

PUB-NO: DE004319869A1  
DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4319869 A1  
TITLE: Test lamp for the optoelectronic surface  
inspection of reflecting surfaces of test objects  
PUBN-DATE: December 22, 1994

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MIERSWA KLAUS DIPL ING	DE

APPL-NO: DE04319869

APPL-DATE: June 16, 1993

PRIORITY-DATA: DE04319869A ( June 16, 1993)

INT-CL (IPC): G01M011/00, G01N021/17

EUR-CL (EPC): G01N021/88 ; G01M011/02

US-CL-CURRENT: 356/445

ABSTRACT:

The invention relates to a test lamp, in particular for the optoelectronic surface inspection of reflecting surfaces of test objects (1), consisting of a dome-shaped reflector (5) and a light source (7) and of an optoelectronic sensor (3) which is located in the projection beam path (2) of the light reflected from the surface to be inspected of the test object (1) and evaluates the said light. Within the reflector (5), at a spacing therefrom, there is arranged a diffusor (6) which is partially silvered on its surface directed towards the reflector (5) and forms a pump chamber (8) between itself and the

reflector (5), into which pump chamber (8) the light from the light source (7) is incident, the test object (1) being arranged outside the pump chamber (8) underneath the diffusor (6). The diffusor (6) can have approximately the shape of the reflector (5), the sensor (3) being located in the uppermost region of the reflector (5) and the diffusor (6) having, underneath the sensor (3), a light passage opening through which the light reflected from the test object (1) falls on the sensor (3). A bottom reflector (10), in the centre of which the test object (1) is placed, can be arranged underneath the diffusor (6).  
<IMAGE>



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 19 869 A 1**

⑤ Int. Cl. 5:  
**G 01 M 11/00**  
G 01 N 21/17

⑳ Aktenzeichen: P 43 19 869.4  
㉔ Anmeldetag: 18. 6. 93  
㉕ Offenlegungstag: 22. 12. 94

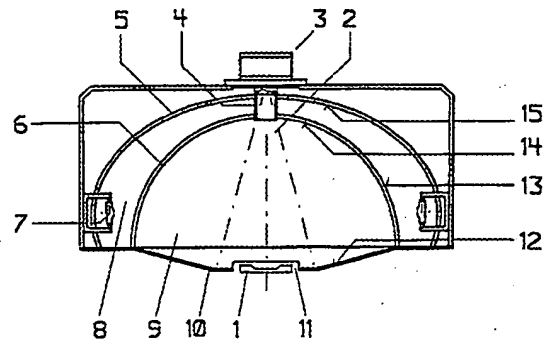
DE 43 19 869 A 1

㉑ Anmelder:  
Mierswa, Klaus, Dipl.-Ing., 68199 Mannheim, DE  
  
㉒ Vertreter:  
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 68199  
Mannheim

㉓ Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

⑤4 Prüflampe zur opto-elektronischen Oberflächeninspektion von reflektierenden Oberflächen von Prüfobjekten

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Prüflampe, insbesondere zur opto-elektronischen Oberflächeninspektion von reflektierenden Oberflächen von Prüfobjekten (1), bestehend aus einem himmelförmigen Reflektor (5) und einer Lichtquelle (7) sowie einem opto-elektronischen Sensor (3), der sich im Abbildungsstrahlengang (2) des von der zu inspizierenden Oberfläche des Prüfobjektes (1) reflektierten Lichtes befindet und es auswertet. Innerhalb des Reflektors (5) ist mit Abstand zu demselben ein Diffusor (6) angeordnet, der auf seiner zum Reflektor (5) hin gerichteten Oberfläche teilverspiegelt ist und der zwischen sich und dem Reflektor (5) eine Pumpkammer (8) ausbildet, in die das Licht der Lichtquelle (7) fällt, wobei das Prüfobjekt (1) außerhalb der Pumpkammer (8) unterhalb des Diffusors (6) angeordnet ist. Der Diffusor (6) kann ungefähr die Form des Reflektors (5) aufweisen, wobei sich der Sensor (3) im obersten Bereich des Reflektors (5) befindet und der Diffusor (6) unterhalb des Sensors (3) eine Lichtdurchlaßöffnung aufweist, durch die das vom Prüfobjekt (1) reflektierte Licht auf den Sensor (3) fällt. Unterhalb des Diffusors (6) kann ein Bodenreflektor (10) angeordnet sein, in dessen Mitte das Prüfobjekt (1) plaziert ist.



DE 43 19 869 A 1

Die Erfindung betrifft eine Prüflampe, insbesondere zur opto-elektronischen Oberflächeninspektion von reflektierenden Oberflächen von Prüfobjekten, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Für eine opto-elektronische Oberflächeninspektion ist die Beleuchtungstechnik ein erfolgsentscheidendes Systemelement, wenn glänzende Objektoberflächen zu inspizieren sind und diese möglicherweise noch Formelemente aufweisen, jedoch Prüfkriterien primär in Farb- bzw. Grauwertabstufungen kontrastieren.

An derartigen komplizierten Prüfflächen spiegeln sich Unregelmäßigkeiten von einfallendem Licht und erscheinen im Prüfbild als Störreflexe bzw. im auszuwertenden Signal als dominierendes Element. Auch Formelemente reflektieren störend oder erzeugen Schatten. In solchen Fällen werden Beleuchtungseinrichtungen verwendet, die für einzelne Prüfflächenpunkte einen allseitigen Lichteinfall erzeugen – dies bei möglichst gleichmäßiger Lichtintensität. Hierzu kommen in der Praxis mit mehr oder weniger Erfolg Aggregate aus lichtstreuenden Fenstern und Reflektoren zur Anwendung, die in aller Regel anwendungsspezifische Einrichtungen darstellen.

Aus der Lichtstrommessung zur Bestimmung des Lichtstromes einer Lichtquelle ist das Kugelphotometer bekannt, dessen Kugel innen matt ist, um das nach allen Seiten ausgestrahlte Licht zu streuen und zu reflektieren, so daß jedes Flächenelement der Kugel gleich stark beleuchtet wird. Die zum Prüfobjekt gerichtete Öffnung wirkt allerdings als störende, die Mehrfachreflexion dämpfende Verlustfläche.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Prüflampe der eingangs genannten Gattung zu schaffen, die mittels streuender Mehrfachreflexion ein breites, kontinuierlich besetztes Richtungsspektrum zu erzeugen in der Lage ist, wobei die die Mehrfachreflexion dämpfende Verlustfläche in Analogie zur Ulbrichtkugel möglichst groß ausfallen soll, um eine Beleuchtungseinrichtung mit praktikabler Anwendungsbreite zu erzielen.

Die Lösung der Aufgabe besteht erfindungsgemäß in einer Vorrichtung gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die erfindungsgemäße Prüflampe besitzt den Vorteil, daß diese für technische Anwendungen ein breites, kontinuierlich besetztes Richtungsspektrum erzeugt. In vorteilhafter Weise ist die die Mehrfachreflexion dämpfende Verlustfläche in Analogie zur Ulbrichtkugel möglichst groß, so daß die Prüflampe ein breites Anwendungsgebiet aufweist.

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Fig. 1 eine Draufsicht von unten auf eine Prüflampe

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch Fig. 1 längs der Linie A-A

Fig. 3 einen Teilausschnitt der Fig. 2 zur Darstellung des Kameravorsatzes, der den Reflektor und den Diffusor durchstößt

Fig. 4 einen vereinfachten Ausschnitt der Pumpkammer zur Darstellung der Wirkung eines unverspiegelten Diffusors und

Fig. 5 einen vereinfachten Ausschnitt der Pumpkammer zur Darstellung der Wirkung eines verspiegelten Diffusors.

Gemäß den Fig. 1 und 2 eines Beispiels einer Prüflampe besteht diese aus einem schirm- oder schalenförmigen Reflektor 5, der einen nach unten offenen Hohlraum

umschließt. Innerhalb des Reflektors 5 und mit Abstand zu demselben ist ein Diffusor 6 angeordnet, der auf seiner zum Reflektor 5 hin gerichteten Oberfläche teilverspiegelt ist und der zwischen sich und dem Reflektor 5 eine optische Pumpkammer 8 ausbildet, in die das Licht von Lichtquellen 7, die Blitzlampen sein können, fällt, die seitlich in geeigneter Weise innerhalb oder außerhalb des Reflektors 5 angeordnet sind. Der Diffusor 6 umschließt einen hohlraumförmigen Beleuchtungsraum 9. Das Prüfobjekt 1 befindet sich außerhalb der Pumpkammer 8 unterhalb des Diffusors 6, der dazu unterhalb des Sensors 3 eine Lichtdurchlaßöffnung aufweist, durch die das vom Prüfobjekt 1 reflektierte Licht auf den Sensor 3 fällt. Am obersten Punkt des Reflektors 5, der dort ein Loch aufweist, ist außerhalb des Reflektors 5 ein opto-elektronischer Sensor 3 angeordnet, der beispielsweise eine CCD-Kamera sein kann. Ist der Sensor 3 eine CCD-Kamera, so kann diese einen Kameravorsatz 4 besitzen, der Blendenfunktion und eine Optik aufweisen kann und der sowohl den Reflektor 5 als auch den Diffusor 6 durchstößt. Unterhalb des Diffusors 6 ist ein Bodenreflektor 10 angeordnet, der mittig ein Beleuchtungsfenster 11 aufweist, unterhalb desselben das Prüfobjekt 1 plaziert ist. Das Prüfobjekt 1 liegt mit seiner Prüffläche im Abbildungsstrahlengang 2 der Kamera 3.

Der Abbildungsstrahlengang ist dergestalt auf die Prüffläche des Prüfobjektes 1 abgestimmt, daß kein Licht vom Bodenreflektor 10 in das Kameraobjektiv gelangt. Hierzu ist der Bodenreflektor im Bereich des Abbildungskreises durch Schwarzeinfärbung ausgeblendet. Des weiteren ist die Abbildungsposition des Prüfobjektes 1 dergestalt gewählt, daß auch flache Lichteinstrahlung aus dem Beleuchtungsraum 9 der Beleuchtungseinrichtung erfolgen kann.

In der ringförmigen Pumpkammer 8 kann das Licht der Lichtquellen 7 gezielterweise zwischen der lichtstreuenden Reflektoroberfläche 15 des Reflektors 5, der teilweise lichtreflektierenden Oberfläche 13 des Diffusors 6 und der lichtstreuenden Reflektorfläche 12 des Bodenreflektors 10 mehrfach reflektieren. Hierzu ist die dem Reflektor 5 zugewandte Oberfläche 13 des Diffusors 6 teilverspiegelt. Des weiteren können die Reflektorflächen 12, 13, 15 lichtstreuend strukturiert sein. Vorzugsweise sind die Lichtquellen 7 einseitig verspiegelt und strahlen auf den Reflektor 5 ab.

Das Licht, das aus der Pumpkammer 8 in den Beleuchtungsraum 9 gelangt, wird in der Wandung des Diffusors 6 und an dessen matter, innerer Oberfläche 14 ebenfalls gestreut. Soweit Licht nicht auf den abgedunkelten Abbildungskreis im Bereich des Bodenfensters 11 trifft, wird dieses mittels der lichtstreuenden Reflektorfläche 12 des Bodenreflektors 10 wieder in den Streuprozess geleitet.

Bei stark spiegelnden Prüfobjekten verbleibt bei der beschriebenen Bauweise das Abbildungsfenster bzw. das Abbildungsobjektiv als bemerkbares und eventuell störendes Bildelement in Form eines abgedunkelten Kreises. Um dem entgegen zuwirken kann die Abbildungsoptik in geeigneter Weise eingestellt werden durch das Einstellen einer geringen Schärfentiefe oder einer Schrägstellung der optischen Achse.

Eine weitere Methode hierzu ist in Fig. 3 dargestellt. Im Abbildungsstrahlengang 2 innerhalb des Kameravorsatzes 4 befindet sich ein Teilerspiegel 16, über den Licht aus der Pumpkammer 8 auf das Beleuchtungsfenster 11 des Bodenreflektors 10 gelangt. Hierzu besitzt der Kameravorsatz 4, seitlich zur Pumpkammer 8 gerichtet, eine Öffnung.

In den Fig. 4 und 5 ist die Wirkung der Pumpkammer 8 erkennbar, wobei es sich um eine Vereinfachung in schematischer Darstellung handelt: Es sind zum Vergleich zwei Pumpkammern jeweils zwischen Reflektor 5 und Diffusor 6 ausschnittsweise dargestellt. Der Ursprung eines Lichtvektors liege jeweils in der Lichtquelle 7.

In der Darstellung der Fig. 4 trifft ein Lichtvektor 17 einen unverspiegelten Diffusor 6 und wird durch diesen gestreut und gelangt als divergentes Lichtbündel 18 mit vergleichsweise hoher Intensität in den Beleuchtungsraum. Die Wahrscheinlichkeit einer weiteren Mehrfachstreuung hängt direkt mit dem Größenverhältnis von Diffusorfläche und Beleuchtungsfenster zusammen.

Demgegenüber tritt in Fig. 5 der primäre Lichtvektor 19 auf einen teilverspiegelten Diffusor. In der reflektierten Vektorgruppe kommt es zu einer Verbreiterung der Abstrahlung am Diffusor und zu einer Richtungsstreuung.

Die Pumpkammer kann in sehr verschiedener Form ausgeführt sein, je nach Form der begrenzenden Flächen von Reflektoren und Diffusor. Beispielsweise kann der Diffusor 6 die Form eines Rotationselipsoids haben, oder Reflektor 5 können in polygoner Form oder als flache Scheibe ausgeführt sein; die Formgebung richtet sich nicht zuletzt nach Abmessungen und Abstrahlungscharakteristik der Lichtquellen. Sind der Reflektor und/oder der Diffusor mehr oder weniger ellipsoid- oder tonnen- oder kugelförmig mit einem Beleuchtungsfenster am unteren Ende ausgestaltet, so kann ein separater Bodenreflektor entfallen. Die Lichtquellen, eine oder mehrere, können in oder außerhalb der Pumpkammer angeordnet sein. So bietet sich z. B. eine verteilte Leiteinkopplung durch Lichtleiter an. Bei kleineren Geräten empfiehlt sich auch die Verwendung ringförmiger Lichtquellen. Ebenso kann der Diffusor eine mehrschalige Konstruktion sein, wie die Teilverspiegelung des Diffusors Zonen mit unterschiedlichen Reflexionsgraden aufweisen kann.

#### Gewerbliche Anwendbarkeit:

Die Prüflampe, insbesondere in Verbindung mit einer CCD-Kamera, dient der Objektbeleuchtung in der industriellen Qualitätssicherung und findet dort ihre Anwendung, wo formbedingte Bildschattierungen zu vermeiden sind, z. B. zur Überwachung von Farbveränderungen an kontinuierlich laufenden körnigen Gemischen in der Lebensmittelindustrie oder bei der Kontrolle von farbbedruckten Fischdosendeckeln, in die Sicken eingeformt sind, die das farbige Druckbild überlagern oder zur Qualitätssicherung bei Porzellanaufdrucken. Die Prüflampe ermöglicht die automatische Signalauswertung an beleuchtungstechnisch schwierigen Objekten mit einem standardisierbaren Beleuchtungsgerät. So können Produkte ohne formbedingt störenden Einfluß hinsichtlich farbcodierten Kriterien geprüft werden, z. B. Beispiel Granulate, Glasscherben, Tabak, Kaffee usw. Ein anderes wichtiges Anwendungsgebiet sind Farbdrucke auf Gefäßen, allgemein die grafische Kennzeichnung von Objekten.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Prüfobjekt
- 2 Abbildungsstrahlengang
- 3 Sensor oder Kamera
- 4 Kameravorsatz
- 5 Reflektor
- 6 Diffusor

- 7 Lichtquelle z. B. Blitzlampe
- 8 Pumpkammer
- 9 Beleuchtungsraum
- 10 Bodenreflektor
- 11 Beleuchtungsfenster
- 12 lichtstreuende Reflektorfläche
- 13 teilverspiegelte Diffusorfläche, z. B. 50%
- 14 matte, lichtstreuende Diffusorfläche
- 15 lichtstreuende Reflektorfläche
- 16 Teilerspiegel
- 17 Lichtvektor
- 18, 19, 20 divergente Lichtbündel

#### Patentansprüche

1. Prüflampe, insbesondere zur opto-elektronischen Oberflächeninspektion von reflektierenden Oberflächen von Prüfobjekten (1), bestehend aus einem himmel- oder schirmförmigen Reflektor (5) und einer in den vom Reflektor (5) umhüllten Hohlraum (8) leuchtenden Lichtquelle (7) sowie einem opto-elektronischen Sensor (3), der sich im Abbildungsstrahlengang (2) des von der zu inspizierenden Oberfläche des Prüfobjektes (1) reflektierten Lichtes befindet und der das reflektierte Licht auszuwerten imstande ist, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Reflektors (5) mit Abstand zu demselben ein Diffusor (6) angeordnet ist, der auf seiner zum Reflektor (5) hin gerichteten Oberfläche teilverspiegelt ist und der zwischen sich und dem Reflektor (5) eine optische Pumpkammer (8) ausbildet, in die das Licht der Lichtquelle (7) fällt, wobei das Prüfobjekt (1) außerhalb der Pumpkammer (8) unterhalb des Diffusors (6) angeordnet ist.
2. Prüflampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor (6) ungefähr die Form des Reflektors (5) aufweist und himmel- oder schirmförmig gekrümmt ist, die Lichtquelle (7) innerhalb der Pumpkammer (8) angeordnet ist, der Sensor (3) sich im obersten Bereich des Reflektors (5) befindet und der Diffusor (6) unterhalb des Sensors (3) eine Lichtdurchlaßöffnung aufweist, durch die das vom Prüfobjekt (1) reflektierte Licht auf den Sensor (3) fällt, wobei unterhalb des Diffusors (6) ein Bodenreflektor (10) angeordnet ist, in dessen Mitte das Prüfobjekt (1) plaziert ist.
3. Prüflampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (5) und/oder der Diffusor (6) ellipsoid- oder tonnen- oder kugelförmig mit einem Beleuchtungsfenster am unteren Ende ausgestaltet sind.
4. Prüflampe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (5) ein Schirm oder eine Schale mit polygonen Flächen und der Diffusor (6) eine Scheibe ist.
5. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (3) eine Kamera, vorzugsweise CCD-Kamera ist und im Abbildungsstrahlengang (2) des reflektierten Lichts ein Kameravorsatz (4) angeordnet ist, der den Reflektor (5) und den Diffusor (6) durchstößt.
6. Prüflampe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kameravorsatz (4) seitlich zur Pumpkammer (8) gerichtet eine Öffnung aufweist und innerhalb des Kameravorsatzes (4) ein Teilerspiegel (16) angeordnet ist, der in Richtung auf das Prüfobjekt (1) Licht aus der Pumpkammer (8) in den Abbildungsstrahlengang (2) des vom Prüfobjekt (1) reflektierten Lichtes einleitet.

- jekt (1) herrührenden reflektierten Lichtes einleitet.
7. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Reflektorflächen (12, 15) der Reflektoren (5, 10) lichtstreuend strukturiert sind. 5
8. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor (6) eine Teilverspiegelung von 50% aufweist.
9. Prüflampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilverspiegelung des Diffusors 10 (6) Zonen mit unterschiedlichen Reflexionsgraden aufweist.
10. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Pumpkammer (8) über deren Oberfläche verteilte Lichtleiter 15 einmünden, die das von außerhalb der Pumpkammer (8) befindliche Lichtquellen (7) herrührende Licht in die Pumpkammer (8) einleiten.
11. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse des Sensors bzw. der Kamera schräg einstellbar 20 ist.
12. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Diffusor aus mehreren Schalen besteht. 25
13. Prüflampe nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die innere, zum Prüfobjekt (1) hin gerichtete Oberfläche des Diffusors (6) matt ist. 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

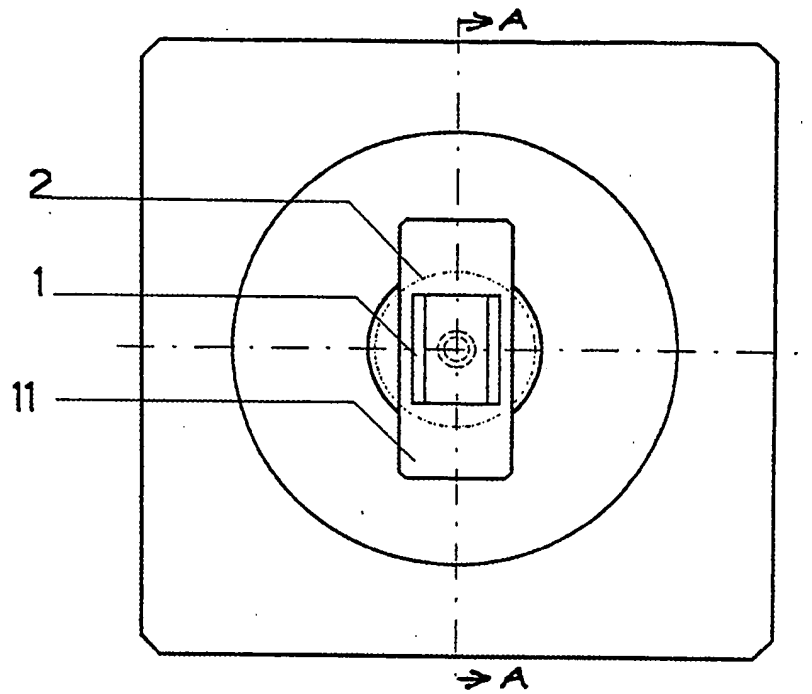


Fig. 1

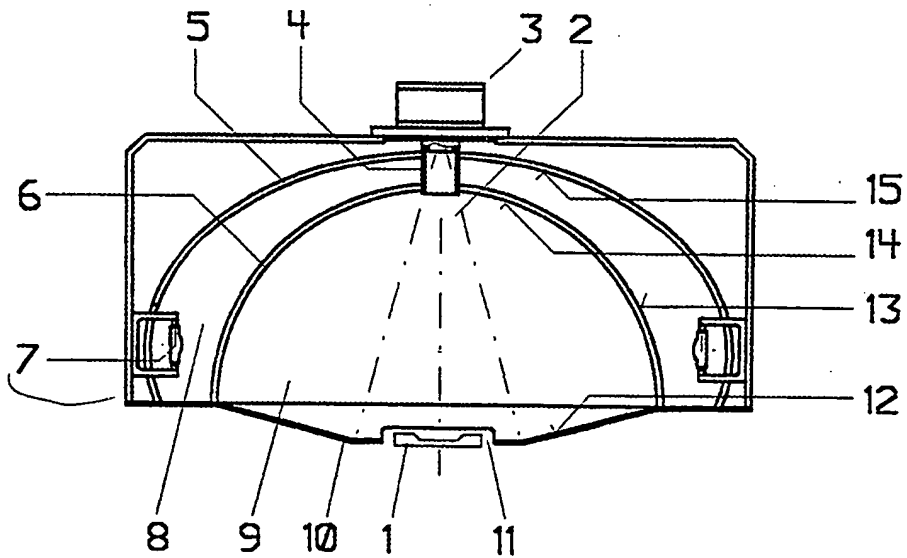


Fig. 2

X

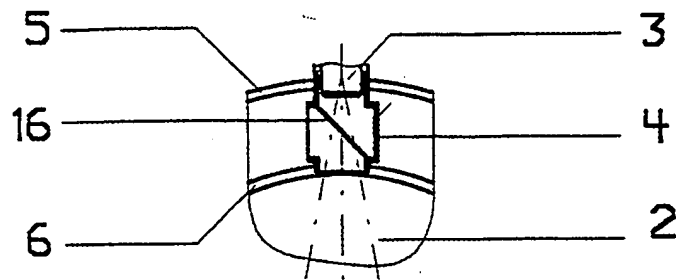


Fig. 3

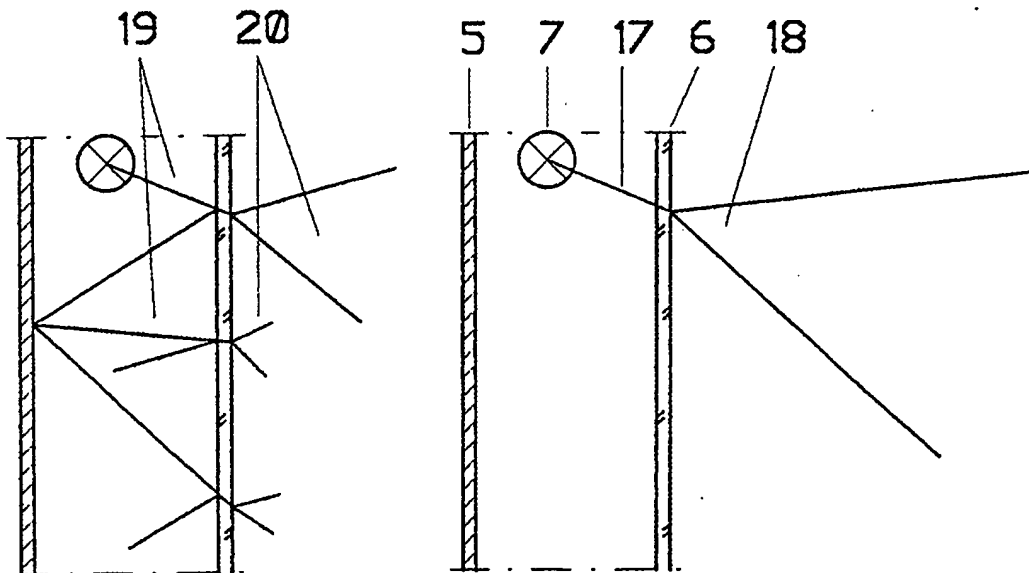


Fig. 5

Fig. 4